

**«Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСИС»**

**в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)**

рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
ГФ НИТУ «МИСиС»  
от «28» июня 2024 г.  
протокол № 6

## **Рабочая программа дисциплины Надежность и диагностика горных машин**

Закрепленная кафедра **Кафедра горного дела**

Направление подготовки 21.05.04 Горное дело

Специализация Горно-геологические информационные системы

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 36

самостоятельная работа 108

часов на контроль 72

Семестр(ы) изучения 6

Формы контроля  
**зачет** в 6 семестре

### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	6		Итого
	УП	РП	
Вид занятий			
Лекции	18	18	18
Практические	18	18	18
Итого ауд.	36	36	36
Сам. работа	72	72	72
Часы на контроль			
Итого:	108	108	108

Год набора 2024

Программу составил:  
Сайдамина Исохон Абдулфайзович, профессор, д. т. н  
*Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью*

\_\_\_\_\_ *подпись*

Рабочая программа дисциплины  
Надежность и диагностика горных машин

разработана в соответствии с ОС ВО:  
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

*Выпуск 3:*  
*от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.*

Составлена на основании учебного плана 2024 года набора:  
21.05.04 Горное дело, Горно-геологические информационные системы, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 28.06.2024г., протокол №6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
горного дела  
*наименование кафедры*

Протокол от «13» июня 2024 г. № 13

Зав. кафедрой ГД

\_\_\_\_\_ *подпись*

А.А. Казанцев  
*И.О. Фамилия*

«13» июня 2024 г.

Руководитель ОПОП ВО  
Зав. кафедрой ГД, к.т.н.

\_\_\_\_\_ *подпись*

А.А. Казанцев  
*И.О. Фамилия*

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

**Цель освоения дисциплины** – подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности в области создания машин и оборудования для горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.

**Задачи дисциплины:**

1. Изучение основных свойств надежности горных машин и оборудования и способов их количественной оценки;
2. Приобретение навыков использования законов распределения случайных величин в практических задачах теории надежности;
3. Приобретение навыков применения основных положения теории надежности при конструировании, изготовлении и эксплуатации горной техники, в т.ч. для расчета необходимого количества запасных частей.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)		Вариативная
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР	
2.1.1	Детали машин и основы конструирования	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Физика	
2.1.4	Основы горного дела	
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР	
2.2.1	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 2	
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3	
2.2.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 4	
2.2.4	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты	

### 3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК-2: Способен выполнять проектирование отдельных систем и узлов горных машин	
Знать:	3-1. Понятия и положения теории надежности. 3-2. Элементы теории вероятностей и математической статистики. 3-3. Показатели надежности машин и их взаимосвязи с законами основных распределений. 3-4. Методологию прогнозирования статистической и параметрической надежности элементов и систем горных машин и оборудования.
Уметь:	У-1. Рассчитывать показатели надежности. У-2. Пользоваться руководящими техническими материалами.
Владеть навыком:	Н-1. Расчета показателей надежности.
ОПК-16: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	
Знать:	3-1. О проблемах и современном состоянии горнорудной промышленности в области подземной разработки месторождений полезных ископаемых. 3-2. Организацию безопасного производства работ в условиях подземного рудника. 3-3. Принципы выбора прогрессивных средств механизации горных работ.
Уметь:	У-1. Производить статистическую обработку материалов по испытаниям на надежность.
Владеть навыком:	Н-1. Методиками расчета, назначенного и остаточного ресурсов (сроков службы) горных машин и оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Теоретический</b>	<b>6</b>	<b>18</b>			
1.1	<b>Тема 1.</b> Введение. Основные положения теории надежности. Определение понятия надежности. Показатели надежности /лекция/	6	0,5	ОПК-16	Л 1.1	
1.2	<b>Тема 2.</b> Математический аппарат теории вероятностей. Вероятность события. Теоремы, применяемые в теории вероятностей /лекция/	6	1,5	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.3	<b>Тема 3.</b> Случайные величины и их характеристики. Способы задания законов распределения. Способы задания дискретных случайных величин. Способы задания непрерывных случайных величин /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.4	<b>Тема 4.</b> Особенности надежности восстанавливаемых изделий. Формирование потока отказов. Структурные формулы надежности средств механизации горных работ /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.5	<b>Тема 5.</b> Анализ структурных состояний средств механизации горных работ. Структурное резервирование горношахтного оборудования /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.6	<b>Тема 6.</b> Расчет показателей надежности горного оборудования. Получение информации о надежности оборудования. Способы получения информации о надежности горных машин. /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.7	<b>Тема 7.</b> Обработка статистической информации. Специальные методы определения распределений случайных величин /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.8	<b>Тема 8.</b> Обеспечение надежности средств механизации горных работ. Технологические мероприятия по поддержанию надежности горных машин /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.9	<b>Тема 9.</b> Снижение затрат времени на ликвидацию отказов. Расчет необходимого количества запасных частей. Техническая диагностика /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Практический</b>	<b>6</b>	<b>18</b>			
2.1	<b>Тема 1.</b> Применение теорем сложения и умножения вероятностей для расчетов надежности горных машин и оборудования /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.2	<b>Тема 2.</b> Определение вероятности появления различного числа отказов горных машин и оборудования за период заданной наработки /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.3	<b>Тема 3.</b> Использование аналитических выражений законов распределения непрерывных случайных величин для расчета вероятности безотказной работы $P(t)$ горных машин и оборудования для заданного времени $t_z$ их работы и вероятности попадания случайной величины в заданный интервал. /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.4	<b>Тема 4.</b> Определение гамма-	6	2	ОПК-16	Л 1.2	

	процентного ресурса горных машин и оборудования при известном среднем ресурсе R1CP до первого капитального ремонта и коэффициенте вариации R <b>/практика/</b>			ПК-2		
2.5	<b>Тема 5.</b> Определение количественных значений показателей надежности горных машин и оборудования на основании эксплуатационных данных, как систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов <b>/практика/</b>	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.6	<b>Тема 6.</b> Расчет показателей надежности систем забойного оборудования с использованием структурных формул их надежности и формул синтеза показателей надежности <b>/практика/</b>	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.7	<b>Тема 7.</b> Расчет вероятности безотказной работы систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов <b>/практика/</b>	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.8	<b>Тема 8.</b> Определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способов их резервирования <b>/практика/</b>	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.9	<b>Тема 9.</b> Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов горных машин и оборудования <b>/практика/</b>	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
<b>3</b>	<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>6</b>	<b>36</b>			
3.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам курса, указанным в теоретическом разделе.	6	18	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1 Л 2.1	
3.2	Выполнение контрольной работы №1	6	6	ОПК-16 ПК-2	Л 2.2	
3.3	Выполнение контрольной работы №2	6	6	ОПК-16 ПК-2	Л 2.2	
3.4	Выполнение домашнего задания «Определение показателей надежности»	6	6	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	

<b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<b>Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей и промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины</b>	
Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей аттестации:	
<b>Вопросы для проверки знаний:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение надежности.</li> <li>2. Какие обобщенные объекты рассматриваются в теории надежности?</li> <li>3. Из каких разделов состоит дисциплина «Надежность»?</li> <li>4. По каким критериям изделия делят на восстанавливаемые и невосстанавливаемые?</li> <li>5. Назовите свойства надежности.</li> <li>6. Приведите отличия исправного и работоспособного оборудования.</li> <li>7. Дайте определение отказа оборудования.</li> <li>8. Назовите причины отказов горных машин.</li> <li>9. Какими параметрами обуславливается надежность оборудования?</li> <li>10. Как различаются показатели надежности?</li> <li>11. Каким требованиям, должны удовлетворять показатели надежности?</li> <li>12. Дайте определение вероятности безотказной работы.</li> <li>13. Дайте определение интенсивности отказов.</li> <li>14. Чем характеризуется параметр потока отказов?</li> <li>15. Дайте определение ресурса оборудования.</li> <li>16. Объясните параметры надежности горного оборудования, при <math>t = 0</math>; <math>P = 1</math>.</li> <li>17. На основе каких данных может быть определена величина безотказной работы за некоторый промежуток времени?</li> </ol>	

<p>18. Дайте определение гамма-процентного ресурса.</p> <p>19. Назовите показатели ремонтпригодности.</p> <p>20. Что характеризуют коэффициенты: готовности, аварийного простоя, относительных простоев?</p> <p>21. Как между собой связаны коэффициенты готовности и аварийного простоя?</p> <p>22. Дайте определение интенсивности восстановления.</p> <p><b>Вопросы для проверки умений и навыков</b></p> <p>1. Определите вероятность безотказной работы системы без резервирования если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого <math>p_i(t)=0.9</math>.</p> <p>2. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании с постоянным общим резервом если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого <math>p_i(t)=0.9</math>.</p> <p>3. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании с постоянным отдельным резервом если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого <math>p_i(t)=0.9</math>.</p> <p>4. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании всей системы если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого <math>p_i(t)=0.9</math>.</p> <p>5. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании каждого элемента если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого <math>p_i(t)=0.9</math>.</p> <p>6. Определите коэффициент готовности если средняя наработка на отказ 200 ч, а среднее время восстановления при внеплановых ремонтах – 16 ч.</p> <p>7. Определите коэффициент оперативной готовности если коэффициент готовности равен 0,7, а вероятность безотказной работы <math>p(t)=0.9</math>.</p> <p>8. Определите коэффициент технического использования если время пребывания объекта в работоспособном состоянии составляет 180 ч, а время из-за простоев и технического обслуживания составляет 20 ч.</p> <p>9. Определите коэффициент восстановления если на восстановление одного узла ушло 4 ч, а на восстановление всего изделия 16 ч?</p> <p>10. Чему равен показатель риска <math>Q(t)</math> если вероятность безотказной работы <math>p(t)=0.9</math>?</p> <p>11. Определите суммарный средний ресурс вала если ресурс вала по нормальным напряжениям изгиба составляет 13,8 лет, а по касательным напряжениям 18,6 лет.</p>
<p align="center"><b>Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)</b></p> <p>Практические работы</p> <p>1. Расчет надежности невосстанавливаемых объектов при экспоненциальном и нормальном законах распределения.</p> <p>2. Расчет надежности восстанавливаемых изделий.</p> <p>3. Оценка надежности отдельных узлов и соединений.</p> <p>4. Определение потребности в запасных частях.</p> <p>5. Определение необходимой длительности испытаний горных машин и оборудования в условиях эксплуатации с целью установления их средней наработки на отказ</p> <p>Домашнее задание «Определение показателей надежности».</p> <p>Контрольная работа №1.</p> <p>Контрольная работа №2.</p>
<p align="center"><b>Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена</b></p> <p>Экзамен не предусмотрен.</p>
<p align="center"><b>Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 6 семестре.</li> <li>• Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости в 6 семестре - балльно-рейтинговая: <ul style="list-style-type: none"> <li>- посещение лекций – 1 балл за 1 занятие (всего 18 занятий), итого не более 18 баллов;</li> <li>- выполнение практических работ – по 10 баллов за ПЗ (всего 6 работ), итого не более 60 баллов;</li> <li>- выполнение домашнего задания – 10 баллов;</li> <li>- выполнение контрольных работ – по 6 баллов за 1 работу (всего 2 работы), итого не более 12 баллов.</li> </ul> </li> </ul> <p>ИТОГО не более 100 баллов в семестре.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы.</li> </ul>

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
Л 1.1	В.Н. Гетопанов, В.М. Рачек	Проектирование и надежность средств комплексной механизации. Учебник	Университетская библиотека ONLINE <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364028">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=364028</a>	М.: Недра, 1986. – 208 с.
Л 1.2	В.И. Солод, В.Н. Гетопанов, И.Л. Шильберг	Надежность горных машин и комплексов. Учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429857">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429857</a>	МГИ. – М., 1972. – 198 с.
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
Л 2.1	Кузнецов, С.М.	Обоснование надежности работы машин и оборудования : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=59596">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=59596</a> 6	Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 164 с. : ил., табл. ISBN 978-5-4499-1514-6
Л 2.2	Леонова, О.В.	Надёжность механических систем : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=42985">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=42985</a> 8	Москва : Альтаир : МГАВТ, 2014. – 179 с. : ил., табл., схем
<b>6.1.3 Методические материалы</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э 1	<a href="http://www.google.ru">www.google.ru</a>			
Э 2				
<b>6.3. Перечень программного обеспечения</b>				
П 1	Office Professional Plus 2016			
П 2	WINHOME 10 RUS			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И 1	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». Договор № P97-2023/780 от 05.12.2023 г. (НЭБ (ООО))			
И 2	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. Лиц. Договор №10446/23П р/н 73 от 22.08.2023г. (ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)			
И 3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Договор № P97-2023/718 от 21.11.2023г. (ООО «Современные технологии»)			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b>	
7.1	Ауд. 320. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор BENQ и экран. 2. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешному изучению дисциплины предшествует знание курсов математики, теоретической механики, сопротивления материалов, теории механизмов и машин, материаловедения, необходимые основы которых следует восстановить и освежить. Самостоятельная работа студента является одним из основных видов учебной работы, которая включает в себя следующие элементы: проработка лекционного материала, работа с рекомендуемыми учебниками и учебными пособиями, работа над домашним заданием, подготовка и сдача контрольных работ.

Сталкиваясь с той или иной расчетной формулой или характеристикой, описывающих работу машины, передачи, редуктора или узла студент должен понять сущность и закономерность, которые они отражают, а также проанализировать размерности входящих в них величин.

Студенту необходимо быть активным участником практического занятия. Это нужно не преподавателю, а в первую очередь обучающемуся, поскольку умение делать замеры, расчеты и эскизы не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

Домашнее задание имеет большое значение в развитии навыков самостоятельной творческой работы студентов. На лекциях и консультациях преподаватель рекомендует выполнять его в определенном порядке, которому желательно следовать для успешного выполнения работы. Не возбраняется пользование другими алгоритмами расчета, которые подтверждены методическими указаниями и примерами.

При защите домашнего задания студент должен уметь пояснить методику расчетов.